

Zbornik sedme Elektrotehniške in računalniške konference ERK'98

24.-26. september 1998
Portorož, Slovenija

Zvezek B

Računalništvo in informatika

Umetna inteligenca

Robotika

Razpoznavanje vzorcev

Biomedicinska tehnika

Močnostna elektrotehnika

Didaktika

Študentski članki

Uredil

Baldomir Zajc



IEEE Region 8

Slovenska sekcija IEEE

Ljubljana



Slovenija

The MULTEXT-East Slovene Lexicon	
<i>Tomaž Erjavec</i>	189
Urejevalnik leksikonov izgovorjav <i>pledit</i>	
<i>Damjan Vlaj, Janez Kaiser, Zdravko Kačič</i>	193
Dolžine samoglasnikov v različnih položajih besed in povedi	
<i>Melita Zemljak</i>	197
Napovedovanje trajanja glasov pri sintezi govora	
<i>Jerneja Gros, Aleš Švigelj, France Mihelič, Nikola Pavešič</i>	201
Večjezikovno razpoznavanje vezano izgovorjenih števk in naravno izgovorjenih števil	
<i>Bojan Imperl</i>	205
Modeliranje daljnosežnih korelacij v naravnem jeziku	
<i>Mirjam Sepesy Maučec</i>	209
Razvoj aplikacij na področju govorne tehnologije v okolju UNIX in WINDOWS NT	
<i>Matej Rojc, Zdravko Kačič</i>	213
SEKC./SECT. PR.2	
Razpoznavanje vzorcev / Pattern Recognition	217
Uporaba multiresolucijske analize pri parametrizaciji govora	
<i>Andrej Štrancar</i>	217
SoundHint - govorna interpretacija grafičnih vmesnikov	
<i>Tomaž Šef, Aleš Dobnikar, Matjaž Gams, Željko Khermayer</i>	221
Razdalja do ničelne množice	
<i>Andrej Košir, Jurij F. Tasič</i>	225
Mehka regulacija kvalitete wavelet-podpasovno kodiranih SAR-slik	
<i>Peter Planinšič, Dušan Gleich, Bojan Gergič, Boris Banjanin, Žarko Čučej</i>	229
Metoda mehke korelacije za razpoznavanje binarnih slik	
<i>Patricio Bulić, Veselko Guštin</i>	233
Avtomatsko generiranje digitalnega modela reliefa na osnovi aeroposnetkov	
<i>Janez Vovk, Franc Solina</i>	237
Sledenje objekta s celičnimi avtomati	
<i>Mira Trebar</i>	241
SEKC./SECT. PR.3	
Računalniški vid I / Computer Vision I	245
Sistemski pristop k aktivnim krivuljam	
<i>Aleš Klemenčič, Stanislav Kovačič</i>	245
Aktivne krivulje - nadgradnja razpoznavalnih sistemov	
<i>Božidar Potočnik, Damjan Zazula</i>	249
Morfološki algoritmi za iskanje robov	
<i>Primož Skočir, Boštjan Marušič, Jurij F. Tasič</i>	253
Nelinearno difuzijsko filtriranje pri avtomatski točkovni poravnavi slik	
<i>Janez Zaletelj, Boštjan Likar, Jurij F. Tasič, Franjo Pernuš</i>	257
Repositioning the camera to resolve occlusions	
<i>Jasna Maver</i>	261
Predstavitev 3D objektov na osnovi videza	
<i>Anton Pozne ml., Nikola Pavešič, Stanislav Kovačič</i>	265
Orientacija kamere iz kvadrata	
<i>Drago Torkar</i>	269
Hitri fazni stereo z dinamično izbiro razsežnosti pogleda	
<i>Jure Skvarč, Peter Šuhel</i>	273
SEKC./SECT. PR.4	
Računalniški vid II / Computer Vision II	277
Ugotavljanje lege predmeta z uporabo lastnih slik	
<i>Franci Lahajnar, Stanislav Kovačič, Marko Knez, Aleš Leonardis</i>	277
Študija postopkov površinske kontrole kakovosti keramičnih ploščic	
<i>Matjaž Lukežič, Stanislav Kovačič, Aleš Leonardis</i>	281
Integrirani sistemi z računalniškim vidom - kontrola kvalitete ležajev električnega števca	
<i>Jože Derganc, Franjo Pernuš</i>	285

Avtomatsko generiranje digitalnega modela reliefa na osnovi aeroposnetkov

Janez Vovk

DFG Consulting d.o.o.
Pivovarniška 8, Ljubljana, Slovenija
janez.vovk@siol.net

Franc Solina

Fakulteta za računalništvo in informatiko
Univerza v Ljubljani
Tržaška 25, Ljubljana, Slovenija
franc.solina@fri.uni-lj.si

Automatic Generation of Digital Terrain Model from Aerial Photographs

This article presents a fully automated algorithm for generation of digital terrain model from epipolar stereopairs of aerial photographs. A pair of digitized aerial photographs is converted into image pyramids. Starting from the sixth towards the zero pyramid level interest points are extracted by means of Förstner's Interest Operator and the mesh of terrain points is built with the use of matching techniques.

1. Uvod

Digitalni model reliefa (DMR) je numerična predstavitev oblike zemeljskega površja. Sestavljen je iz niza točk, določenih z vseni tremi prostorskimi koordinatami [1].

Poznamo več načinov zajema DMR, pri vseh pa sodeluje človek s svojim delom. Zato je zajem najdražji in najbolj zamuden korak v procesu izgradnje DMR, pri njem pa nastajajo tudi grobe napake.

Kot alternativa ročnemu se ponuja rešitev avtomatskega zajema koordinat terenskih točk, ki ga opisujem v tem članku.

1.1 Digitalni model reliefa

- 3D numerična predstavitev oblike zemeljskega površja,
- oblike DMR:
 - a. točkovne strukture,
 - b. linijske strukture,
 - c. ploskovne strukture;

- načini zajema DMR:

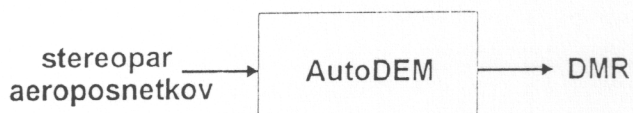
- a. iz obstoječih načrtov in kart,
- b. terenska merjenja,
- c. daljinsko zaznavanje.

1.2 Aeroposnetki

- 2D predstavitev zemeljskega površja,
- preklap med aeroposnetki.

2. Osnovna shema sistema

- shema sistema avtomatskega generiranja DMR (slika 1):



Slika 1: Shema sistema

- prehod iz 2D- v 3D-sistem,
- stereoskopski pogled.

3. Gradniki sistema

3.1 Piramidna organizacija digitalnih slik

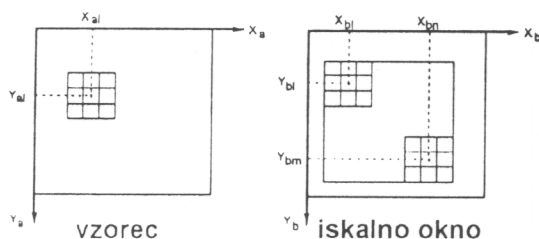
- skaniranje aeroposnetkov,
- slikovni nivoji,
- prevzorčenje - faktor 2,
- osnovni bloki slike (tiles).

3.2 Zanimive točke

- Förstnerjev interest operator [2]:
 1. lokacija točke,
 2. izbira optimalnega okna.

3.3 Površinski matching

- vzorec in iskalno okno (slika 2):



Slika 2: Vzorec in iskalno okno

- metode površinskega matchinga:
 - a. navzkrižna korelacija (enačba 1):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n x_i) (\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n x_i)^2) (\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n y_i)^2)}} \quad (1)$$

- b. normalizirana navzkrižna korelacija (enačba 2):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n y_i^2}} \quad (2)$$

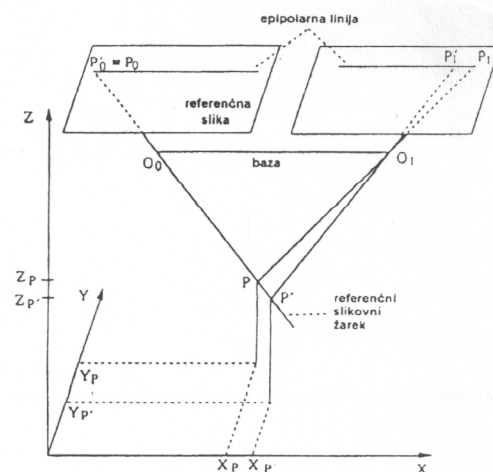
- c. metoda CDMF (enačba 3):

$$r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \quad (3)$$

3.4 Epipolarnost, paralaksa

- epipolarna geometrija (slika 3),
- izračun paralakse ali disparitete in prostorskih koordinat: (paralaksa)

$$\frac{x'_l - x'_d}{f} = \frac{b}{z}, \quad (4)$$



Slika 3: Epipolarna geometrija

(prostorske koordinate)

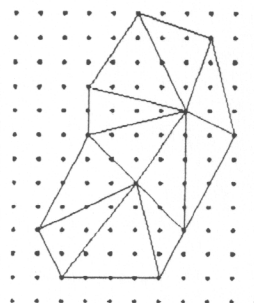
$$x = b \frac{\frac{(x'_l + x'_d)}{2}}{x'_l - x'_d}, \quad (5)$$

$$y = b \frac{\frac{(y'_l + y'_d)}{2}}{x'_l - x'_d}, \quad (6)$$

$$z = b \frac{f}{x'_l - x'_d}. \quad (7)$$

3.5 Nepravilna trikotniška mreža in pravilni kvadratni grid

- Delaunayeva triangulacija [3],
- interpolacija kvadratnega grida (slika 4).



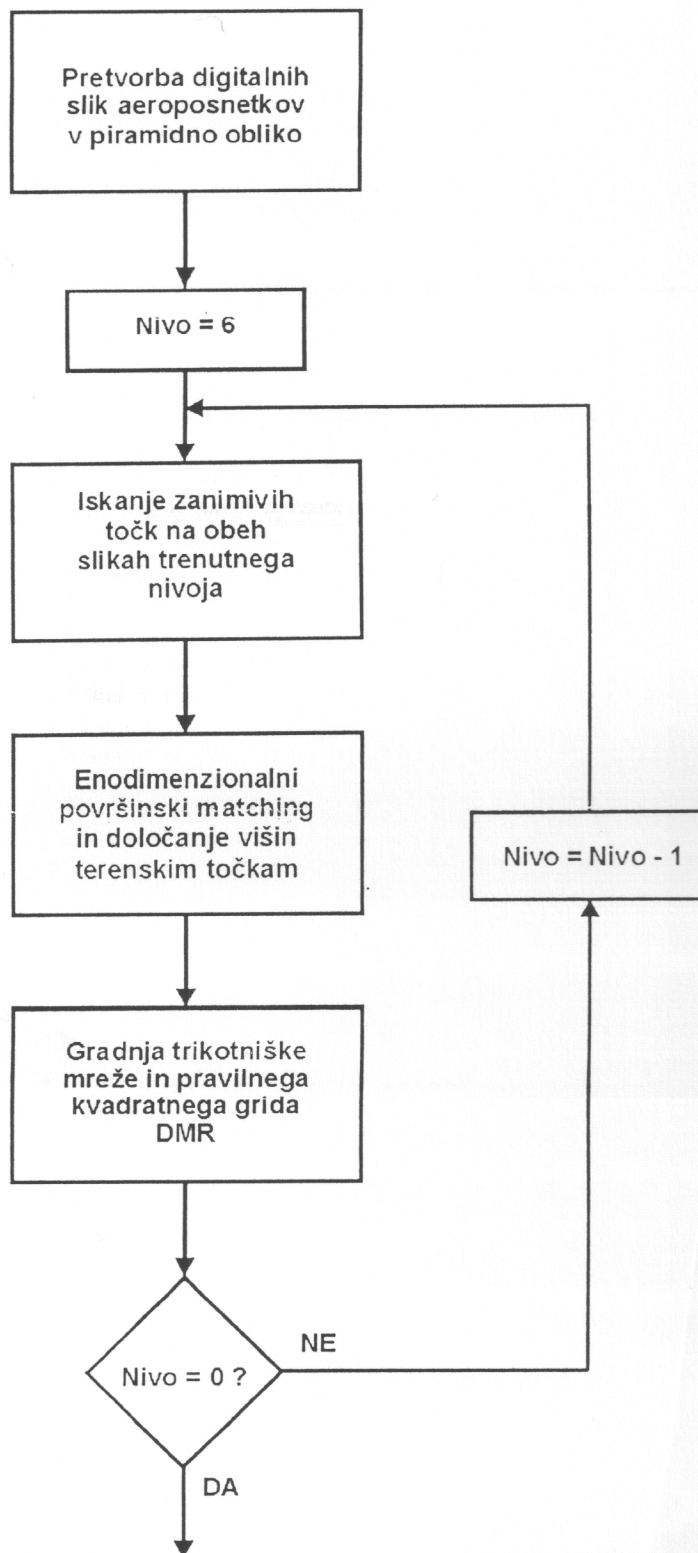
Slika 4: Položaj gridnih točk v nepravilni trikotniški mreži

4. Algoritem

Algoritem avtomatskega generiranja DMR je prikazan na sliki 5.

Literatura

- [1] M. Rihtaršič, Z. Fras, Digitalni model reliefa, 1. del: Teoretične osnove in uporaba DMR, Univerza v Ljubljani, FAGG - KFK, 1991
- [2] W. Förstner, E. Gülch, A Fast Operator for Detection and Precise Location of Distinct Points, Corners and Centres of Circular Features, Proceedings Intercommission Conference on Fast Processing of Photogrammetric Data, str. 281 - 305, Interlaken, 1987
- [3] Terje Midtbø, Spatial Modelling by Delaunay Networks of Two and Three Dimensions, doktorska disertacija, Univerza v Trondheimu, februar 1993



Slika 5: Algoritem